

土のキャピラリーバリア機能を用いた盛土形式の廃棄物貯蔵施設の提案

Test Construction of Shallow Land Waste Repository Using Capillary Barrier of Soil

○阪絵梨子*・森井俊広**・松元和伸***・小林薫****

Eriko SAKA, Toshihiro MORII, Kazunobu MATSUMOTO and Kaoru KOBAYASHI

1. はじめに

放射性廃棄物などの危険廃棄物は、長期にわたる安定した貯蔵管理が必要であり、拡散防止の観点から、雨水と地下水の遮断・排水の確保が必須である。本研究ではキャピラリーバリア（Capillary barrier: CB）機能を導入した盛土形式の廃棄物処理方法を提案する。CB機能とは、礫層上部に砂層を敷設した層状地盤において、砂礫の不飽和水分特性の相対的な違いにより、両層の境界面で水が遮断される機能をいう。盛土形式の廃棄物処理施設では、上部CB層により降雨による浸潤水を遮断するとともに、下部CB層により貯蔵廃棄物中の土中水を安全に集水・排水できる二重の安全構造である（図1）。盛土形式のため、地下水の流入はなく周囲地盤への二次拡散を防止することが出来る¹⁾。

本研究では、盛土形式の廃棄物処理施設の実用化を図るため2シリーズの実験検討を行った。1つめは、実規模大のCB試験盛土を造成し、野外条件下で長期にわたるCBの遮水機能を調べた。2つめでは、限界長（CBにより浸潤水を遮断できる水平距離）の推定方法を検討するため、室内で斜面CBを造成し散水実験を行った。

2. 野外条件下でのCB試験盛土

2.1 CB試験盛土の造成

CB機能の効果は、砂礫層の境界面の造成に依る面が大きく、施工の手順と機材の取り回しが重要となるため、実際に野外条件下でのCB盛土を施工し、施工の手順と機材の取り回し方法を確定する必要がある。そのために、貯蔵施設の片側半分を模擬した高さ2m弱のCB盛土を試験造成した（図2）。また施工後は、CB試験盛土の効果を実験にわたり計測し、CB長期

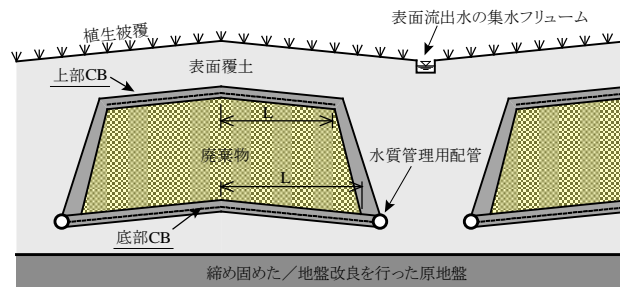


図1 CBを導入した盛土式廃棄物貯蔵施設（提案）
Proposal of shallow land waste repository using CB

供用性を明らかにするとともに、野外条件下でのCB試験盛土の管理法について検討した。

2.2 野外条件下でのCBの遮水機能

図3はCB試験盛土施工後の降雨量と盛土内の土中水分動態を表したものである。図3の中段、下段の図で、経過時間50日前後及び90日前後で体積含水率が急上昇しているが、これは散水装置による表面散水実験の結果であり、異常降雨等を想定し、地表面から大量の水を供給した場合のCB層の遮水機能の回復性を検証するために行われた。これらの表面散水実験を除いた通常の野外条件下でみると、かなり大きな降雨に遭遇しても、上部CB層内の礫層の体積含水率が変化は少なく、概ね降雨浸潤に対する遮水機能が維持されていた。

第1回目の表面散水実験では、上下CB層共に多量の浸潤水が通過しているが、その後はすぐに本来の遮水機能を発揮しており、遮水機能の早期回復性と野外条件下でのCBの長期供用性が示唆された。第2回目の表面散水実験では、上部CB層の砂礫両層の体積含水率が上昇しており、浸潤水は下方に移動したと考えられる。その際、下部CB層内の水分量の変化より、浸潤水は砂層内にわずかに降下したものの、砂礫

*静岡県 Shizuoka Prefectural Government, **新潟大学農学部 Niigata University, ***飛鳥建設技術研究所 Research Institute of Technology, Tobishima Corporation, ****神戸高専都市工学科 Kobe City college of Technology
キーワード: キャピラリーバリア, 廃棄物貯蔵施設, 限界長

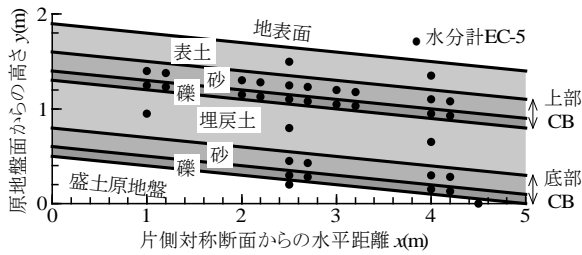


図2 CB試験盛土の構造断面(片側断面)
Cross-section of the test shallow land waste repository

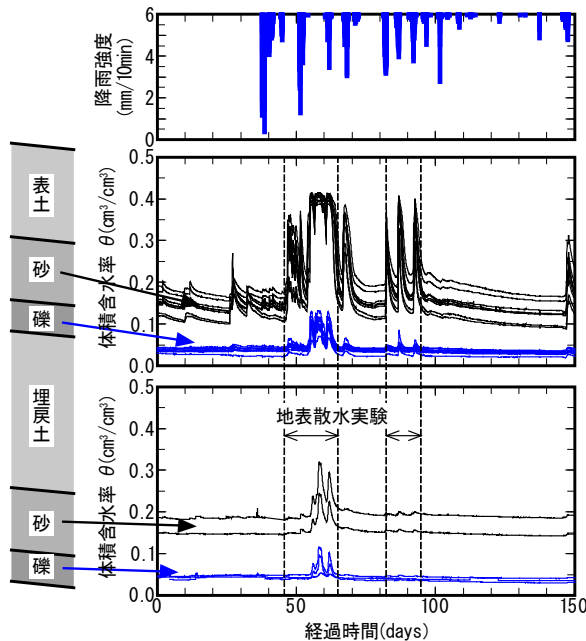


図3 野外条件下でのCB盛土内水分変化
Soil water movement measured in the test shallow land

の境界面上で捕捉され、その下の礫層には流れていない。CB層が2重の安全装置として遮水・排水機能を適切に発揮していることが分かる。

3. 限界長推定のための傾斜CB実験

3.1 限界長の推定について

CB盛土の造成規模は、CBによる遮水範囲つまり、限界長に支配されるため、限界長の正確な推定が可能であれば、廃棄物処理施設を施工する際の造成規模を合理的に決定できる。廃棄物処理施設への適用を考えると、5~10m以上が必要になる。このため、ビニールハウス内に造成した斜面地盤において、人工降雨装置を用いた限界長の測定試験を行い、大型CBの機能と、Steenhuisらの提案式²⁾による限界長の推定方法の実用性を検討した。

3.2 傾斜CBの造成と実験結果

原地面を10%に整地したのち、長さ9.1m、幅0.3m、高さ0.15mの木枠を設置し、その内部に礫層5cmと砂層10cmを敷設した。図4に、水分計EC-5で測定した体積含水率(VMC)の変化を示す。砂層では降雨とともにVMCが上昇したのに対し、礫層内では、終始、変化は見られなかった。これより、水分計を埋設している木枠中央部分では、CB機能により砂礫層の境界部分において水が遮断されていることが確認できた。平均降雨量0.48mm/hであったが、この条件下で限界長は木枠長さである9.1m以上となっていると推察された。

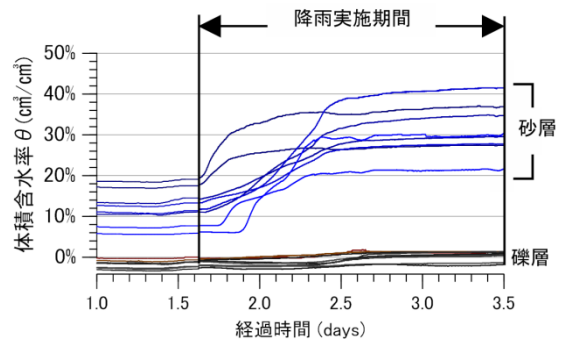


図4 室内降雨実験での土中水分動態(46時間散水)
Soil water movement measured in the laboratory soil box test

4. まとめ

CBを導入した廃棄物処理施設の実用化を図るため、野外条件下におけるCB盛土の遮水性能を調べるとともに、構造設計に必要な限界長の推定法について傾斜CB実験で検討した。長期にわたり安定した遮水機能を期待でき、また実用的な精度で限界長を推定しうることが分かった。本研究は、科学研究費補助金(課題番号25252043)による支援を受けた。

参考文献

- 1) Morii, T., Kobayashi, K., Matsumoto, K. and Saka, E.: Hydraulic properties of test shallow land waste repository constructed using capillary barrier of soil, Procs. of the 3rd Korea-Japan Join Workshop on Unsaturated Soils, 27-36, 2013.
- 2) Steenhuis, T. S., Parlange, J-Y. and Kung, K. J. S.: Comment on "The Diversion Capacity of Capillary Barriers by Benjamin Ross", Water Resources Research, 27(8), 2155-2156, 1991.